

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 4 年    2 月 2 4 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 4 - 0 4 7 7 6 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 4 - 0 4 7 7 6 4 ]

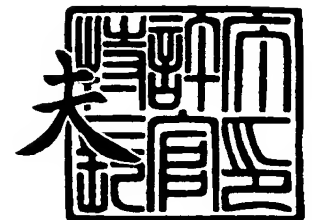
出      願      人                      日 本 精 工 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):



2 0 0 4 年    3 月 1 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P047240  
【提出日】 平成16年 2月24日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 B24B 35/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内  
    【氏名】 鎌村 有宏  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内  
    【氏名】 井手 義郎  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内  
    【氏名】 荻田 智治  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内  
    【氏名】 中原 イオリ  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内  
    【氏名】 村井 隆司  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内  
    【氏名】 藤井 修  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内  
    【氏名】 水野 浩樹  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000004204  
    【氏名又は名称】 日本精工株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100105647  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 小栗 昌平  
    【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100105474  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 本多 弘徳  
    【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100108589  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 市川 利光  
    【電話番号】 03-5561-3990  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100115107  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高松 猛  
    【電話番号】 03-5561-3990

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 濱田 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003-105275

【出願日】 平成15年 4月 9日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0002910

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

互いに並列に配設され、同一方向に回転することにより間に送り込まれた略円柱状の被加工物を回転させる一対の駆動ローラと、これら駆動ローラによって回転させられる前記被加工物に上方から押し付けられる超仕上げ砥石とを有し、前記超仕上げ砥石によって前記被加工物の外周面の超仕上げ加工を行う超仕上げ加工装置であって、

前記一対の駆動ローラは、軸方向に連続し且つ軸方向断面の輪郭を異にする複数の接触部を、互いに対向する位置にそれぞれ有し、

前記被加工物の外周面に前記超仕上げ砥石を押し付けた状態にて前記被加工物を前記接触部に沿って移動させながら、前記被加工物の外周面に超仕上げ加工を施すことを特徴とする超仕上げ加工装置。

**【請求項 2】**

前記複数の接触部の軸方向断面の輪郭が、それぞれ異なる曲率半径を有することを特徴とする請求項 1 記載の超仕上げ加工装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 または請求項 2 記載の超仕上げ加工装置によって前記被加工物の外周面の超仕上げ加工を行うことを特徴とする超仕上げ加工方法。

**【請求項 4】**

予め前記外周面の母線形状をストレート状に加工した前記被加工物を超仕上げ加工することを特徴とする請求項 3 記載の超仕上げ加工方法。

**【請求項 5】**

予め前記外周面の母線形状をクラウニング状に加工した前記被加工物を超仕上げ加工することを特徴とする請求項 3 記載の超仕上げ加工方法。

**【請求項 6】**

請求項 3 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の超仕上げ加工方法によって超仕上げ加工された外周面を有することを特徴とする略円柱形状品。

**【請求項 7】**

請求項 3 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の超仕上げ加工方法によって超仕上げ加工された転動面を有することを特徴とする転動体。

**【請求項 8】**

略円柱状の被加工物を回転させながら、前記被加工物の外周面に超仕上げ砥石を押し付けて前記外周面に超仕上げ加工を施す超仕上げ加工方法であって、

前記被加工物を回転させながら異なる曲率半径の軌道で移動させ、この移動時に前記超仕上げ砥石を押し付けて前記被加工物の外周面に異なる曲率半径の円弧を形成することを特徴とする超仕上げ加工方法。

**【請求項 9】**

請求項 8 記載の超仕上げ加工方法によって、転動面に、異なる曲率半径の円弧に近似した曲線のつなぎ部分が滑らかに連続して変化する曲線が形成されていることを特徴とする転動体。

**【請求項 10】**

請求項 7 または請求項 9 記載の転動体が内輪と外輪との間に組み込まれていることを特徴とする転がり軸受。

**【書類名】 明細書****【発明の名称】 超仕上げ加工装置、超仕上げ加工方法、転動体及び転がり軸受****【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば転がり軸受の円筒ころとして使用される略円柱状の被加工物の外周面の超仕上げ加工を行う超仕上げ加工装置、超仕上げ加工方法及び超仕上げ加工が施された転動体、その転動体を備えた転がり軸受に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

一般に、転がり軸受の円筒ころとして使用される転動体は、研削加工により創成され、この研削加工後に、外周面である転動面に対して超仕上げ加工が施される。

従来、この超仕上げ加工を行う装置としては、一对の駆動ローラ間に転動体を挟持した状態で、各駆動ローラを転動体が回転するように同一方向へ回転駆動し、回転している転動体の転動面に、所定圧力で超仕上げ砥石を押し付けることにより、その転動面の超仕上げ加工を行うものがある（例えば、特許文献1参照）。また、この種の超仕上げ加工装置としては、円弧形状の転動面を加工するものも知られている。

【特許文献1】 特開2002-86341号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

ところで、近年、転がり軸受としては、広範囲の荷重に対して長寿命なものが要求されており、そのためには、使用する転動体の母線形状を、滑らかに曲率半径が変化するようなクラウニング量（落ち量）を有する形状とすることが求められている。

**【0004】**

しかしながら、上記の従来技術にあつては、母線形状がストレート形状あるいは単に円弧形状を繋いだ転動面を有する加工は可能であるが、滑らかに曲率半径が変化するようなクラウニング量を有する転動体を加工することができず、広範囲の荷重に対して耐久性を有する長寿命化が可能な軸受を製造することが困難であった。

**【0005】**

本発明は、略円柱状の被加工物に対して、滑らかに曲率半径が変化するようなクラウニング量を有する外周面の母線形状を超仕上げ加工により得ることが可能な超仕上げ加工装置、超仕上げ加工方法及び超仕上げ加工が施された転動体、及びその転動体を備えた転がり軸受を提供することを目的としている。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

上記目的を達成するための本発明に係る超仕上げ加工装置は、互いに並列に配設され、同一方向に回転することにより間に送り込まれた略円柱状の被加工物を回転させる一对の駆動ローラと、これら駆動ローラによって回転させられる被加工物に上方から押し付けられる超仕上げ砥石とを有し、超仕上げ砥石によって前記被加工物の外周面の超仕上げ加工を行う超仕上げ加工装置であつて、前記一对の駆動ローラは、軸方向に連続し且つ軸方向断面の輪郭を異にする複数の接触部を、互いに対向する位置にそれぞれ有し、前記被加工物の外周面に超仕上げ砥石を押し付けた状態にて前記被加工物を前記接触部に沿って移動させながら、前記被加工物の外周面に超仕上げ加工を施すことを特徴としている。

**【0007】**

上記構成の超仕上げ加工装置によれば、外周面に超仕上げ砥石を押し付けた状態にて前記被加工物を前記接触部に沿って移動させながら、前記被加工物の外周面に超仕上げ加工を施すことにより、曲率が連続的に変化したクラウニング量を有する被加工物を加工することができる。なぜなら、対向する一对の接触部間を被加工物が移動する際に、前記複数の接触部の軸方向断面が同一の輪郭とされている場合には、被加工物が同一の軌道で各接触部間を移動するのに対し、前記複数の接触部の軸方向断面がそれぞれ異なる輪郭とされ

ている場合には、被加工物が異なる軌道で各接触部間を移動するためである。そして、異なる軌道で被加工物を移動させることにより、各接触部間において被加工物の外周面を異なる形状に加工することができるからである。つまり、緩やかな形状に加工する場合には、被加工物が緩やかな形状の接触部間を通過するときに砥石を押し当てて加工し、また、傾斜のきつい部分を加工する場合には、被加工物がきつい傾斜で移動する、即ち、傾斜がきつい形状の接触部間を通過するときに砥石を押し当てて加工すればよい。そして、各接触部間における加工をそれぞれ組み合わせることにより、全体として所望の形状（例えば、中央部が緩やかで両端部の傾斜がきつくなっている対数形状で表されるクラウニング形状）を得ることができる。これにより、広範囲の荷重に対して耐久性を有する長寿命化が可能な略円柱状の被加工物を得ることができる。

#### 【0008】

また、前記複数の接触部の軸方向断面の輪郭が、それぞれ異なる曲率半径を有することが好ましい。前記複数の接触部の軸方向断面の輪郭としては、曲率半径の異なる凸状若しくは凹状の円弧、またはストレート状（即ち、曲率半径が無限大）等を例示することができる。上記構成の超仕上げ加工装置によれば、被加工物を異なる曲率半径の軌道で移動させながら被加工物の外周面に超仕上げ加工を施すことができる。よって、被加工物の外周面に異なる曲率半径の円弧の組み合わせで近似される曲線を形成することができ、滑らかに曲率が変化するようなクラウニング量を有する被加工物を加工することができる。これにより、広範囲の荷重に対して耐久性を有する長寿命化が可能な略円柱状の被加工物を得ることができる。

なお、略円柱状の被加工物としては、軸受に組み込まれる転動体、直動案内に組み込まれる転動体、トラクションドライブ用転動体等の転動体（例えば、円筒ころ、棒状ころ、針状ころ、等）の他に、顎なしの円筒軸受内輪、軸受外輪、カムフォロワー等がある。

#### 【0009】

また、上記目的を達成するために本発明に係る超仕上げ加工方法は、通常の超仕上げ砥石を用いて加工してもよく、また、弾性砥石を用いて加工してもよい。通常の超仕上げ砥石より弾性率が低い弾性砥石を用いることで、各近似円弧の間のつなぎ形状を、より滑らかに加工することができる。なお、弾性砥石の弾性率としては、ヤング率で500MPaから5000MPa程度が良い。

#### 【0010】

また、本発明に係る超仕上げ加工方法は、予め外周面の母線形状をストレート状、若しくはクラウニング状に加工した略円柱形状の被加工物を超仕上げ加工することを特徴としている。

#### 【0011】

また、本発明に係る略円柱形状品は、上記の超仕上げ加工方法によって形成することにより超仕上げ加工された外周面を有することを特徴としている。

#### 【0012】

また、本発明に係る転動体は、上記の超仕上げ加工方法によって形成することにより超仕上げ加工された転動面を有することを特徴としている。

#### 【0013】

また、本発明に係る転がり軸受は、上記の転動体が内輪と外輪との間に組み込まれていることを特徴としている。

#### 【0014】

また、上記目的を達成するための本発明に係る超仕上げ加工方法は、略円柱状の被加工物を回転させながら、前記被加工物の外周面に超仕上げ砥石を押し付けて転動面に超仕上げ加工を施す超仕上げ加工方法であって、前記被加工物を回転させながら異なる曲率半径の軌道で移動させ、この移動時に超仕上げ砥石を押し付けて前記被加工物の外周面に異なる曲率半径の円弧を形成することを特徴としている。

#### 【0015】

このような超仕上げ加工方法によれば、被加工物を回転させながら異なる曲率半径の軌

道で移動させ、この移動時に超仕上げ砥石を押し付けて被加工物の外周面に異なる曲率半径の円弧を形成するので、前記外周面に異なる曲率半径の円弧からなる曲線を形成することができる。そして、滑らかに曲率が変化するようなクラウニング量を有する被加工物を加工することができるため、広範囲の荷重に対して耐久性を有する長寿命化が可能な略円柱状の被加工物を得ることができる。

#### 【0016】

なお、本発明に係る超仕上げ加工方法において使用する超仕上げ砥石として、通常の超仕上げ砥石より弾性率が低い砥石を用いることで、各近似円弧の間のつなぎ形状を、より滑らかに加工することができる。

#### 【0017】

さらに、本発明に係る転動体は、転動面に、異なる曲率半径の円弧に近似した曲線のつなぎ部分が滑らかに連続して変化する曲線が形成されていることを特徴としている。

#### 【0018】

また、本発明に係る転がり軸受は、内輪と外輪との間に、異なる曲率半径の円弧に近似した曲線のつなぎ部分が滑らかに連続して変化する曲線が転動面に形成された転動体が組み込まれていることを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0019】

以上説明したように、本発明によれば、外周面に超仕上げ砥石を押し付けた状態にて前記被加工物を前記接触部の輪郭に沿って移動させながら前記被加工物の外周面に超仕上げ加工を施すことにより、曲率が連続的に変化したクラウニング量を有する被加工物を加工することができ、より広範囲の荷重に対して耐久性を有する長寿命化が可能な軸受用の転動体を加工することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0020】

以下、本発明に係る超仕上げ加工装置、超仕上げ加工方法、転動体及び転がり軸受の実施の形態の例について図面を参照して説明する。

#### 【0021】

図1は、本発明の実施形態に係る超仕上げ加工装置の断面図、図2は、超仕上げ加工装置による転動体の超仕上げ加工の方法を説明する駆動ローラの上図、図3は、超仕上げ加工装置による転動体の超仕上げ加工の方法を説明する図2におけるA-A断面図である。

#### 【0022】

図1から図3に示すように、この超仕上げ装置1は、互いに並列に配設された一対の円筒状の駆動ローラ2、3を備えており、これら駆動ローラ2、3は、それぞれ駆動モータ（図示せず）によって回転される。一方の駆動ローラ2は、その回転軸が水平となるように配置され、他方の駆動ローラ3は、回転軸が水平に対して所定角度傾斜するように配置されている。そして、この他方の駆動ローラ3の傾斜角度が、スルーフィードアングルと呼ばれ、このスルーフィードアングルを持たせることにより、略円柱状の被加工物である転動体4に軸方向の送り運動が与えられる。なお、本実施形態の転動体4は、軸受等に組み込まれて用いられる、いわゆる円筒ころである。

#### 【0023】

駆動ローラ2、3の間隔は、転動体4を保持可能な間隔に設定され、各駆動ローラ2、3間には、入口側（図2及び図3の右側）から複数の転動体4が連続的に送り込まれる。転動体4は、駆動ローラ2、3間に保持された状態にて、駆動ローラ2、3が同一方向に回転駆動されることにより、これら駆動ローラ2、3との摩擦駆動によって回転し、駆動ローラ2に沿って軸方向に送られる。

#### 【0024】

駆動ローラ2、3には、軸方向に複数の凸状部（接触部）5a、5b、5cが形成されている。これら凸状部5a、5b、5cは、それぞれ異なる曲率半径の円弧状に形成され

ている。

駆動ローラ 2, 3 の間における上部には、凸状部 5 a, 5 b, 5 c に対応する位置に、それぞれ超仕上げ砥石 6 が設けられており、これら超仕上げ砥石 6 が、駆動ローラ 2, 3 間にて回転する転動体 4 の転動面に押し付けられるようになっている。

#### 【0025】

これら超仕上げ砥石 6 は、砥石保持装置 7 に保持されている。砥石保持装置 7 は、保持装置本体 8 に対して鉛直方向に移動可能とされたメインベース 9 を有する。メインベース 9 には、複数のサブベース 11 が搭載されている。

サブベース 11 は、それぞれ超仕上げ砥石 6 を保持し、超仕上げ砥石 6 を転動体 4 の転動面に所定圧力で押し当てるための複数のピストン・シリンダ機構 12 と、各超仕上げ砥石 6 をそれぞれ鉛直方向に案内し、保持するための複数のガイドホルダ 13 とを備えている。

#### 【0026】

各ピストン・シリンダ機構 12 は、駆動源にエアを使用し、そのピストン 14 には、対応するガイドホルダ 13 に、保持されている超仕上げ砥石 6 を転動体 4 の転動面に向けて押圧するための押圧棒 15 が連結されている。

各駆動ローラ 2, 3 に保持される転動体 4 の中心と各駆動ローラ 2, 3 の中心とを結ぶ各直線と、駆動ローラ 2, 3 の中心を結ぶ直線とがなす角度は、芯高角と呼ばれている。

#### 【0027】

駆動ローラ 2, 3 には、凸状部 5 a, 5 b, 5 c を設けられているため、曲率半径  $R_r$  の凸状部 5 a, 5 b, 5 c 同士の間を送り運動によって送られる転動体 4 は、凸状部 5 a, 5 b, 5 c を乗り越えながら通過する。

#### 【0028】

ここで、図 2 における B-B 断面を図 4 に示す。また、図 2 における C-C 断面を図 5 に示す。

図 4 に示すように、凸状部 5 a, 5 b, 5 c において駆動ローラ 2, 3 の径が大径である中央部（径 DB 部分）では、芯高  $h_B$ 、芯高角  $\alpha_B$  となる。また、図 5 に示すように、凸状部 5 a, 5 b, 5 c において駆動ローラ 2, 3 の径が小径である端部（径 DC 部分）では、芯高  $h_C$ 、芯高角  $\alpha_C$  となる。

#### 【0029】

また、駆動ローラ 2, 3 の凸状部 5 a, 5 b, 5 c は、それぞれ異なる曲率半径  $R_{r1}$ 、 $R_{r2}$ 、 $R_{r3}$  に形成されている。

これにより、互いに対向する凸状部 5 a, 5 b, 5 c 同士の間を送り運動によって送られる転動体 4 は、それぞれの凸状部 5 a, 5 b, 5 c を乗り越えながら通過することにより、それぞれ異なる曲率半径  $R_{w1}$ 、 $R_{w2}$ 、 $R_{w3}$  の軌道に沿って移動する。そして、転動体 4 の送りに沿った形状の作用面を有する超仕上げ砥石 6 の作用面が転動体 4 の転動面に押し付けられ、転動面が略円弧形状の母線形状に加工される。

#### 【0030】

これにより、各凸状部 5 a, 5 b, 5 c 間を通してそれぞれ超仕上げ砥石 6 によって超仕上げ加工された転動体 4 は、図 6 に示すように、複数の曲率半径  $R_{w1}$ 、 $R_{w2}$ 、 $R_{w3}$  の組み合わせによって形成されて、滑らかに曲率半径が変化するようなクラウニング量を有する転動体 4 が形成される。

実際には、加工時の転動体 4、超仕上げ砥石 6 あるいは駆動ローラ 2, 3 の弾性変形、当たりの変化、砥石作用面の形状等により、図 7 に示すように、曲率半径  $R_{w1}$ 、 $R_{w2}$ 、 $R_{w3}$  の円弧に近似した曲線 21, 22, 23 の各円弧のつなぎ部分が滑らかに連続して変化する曲線 20 を有する形状に形成される。

#### 【0031】

このように、本実施の形態によれば、転動面に超仕上げ砥石 6 を押し付けた状態にて、駆動ローラ 2, 3 の凸状部 5 a, 5 b, 5 c を乗り越えながら通過させることにより転動体 4 をそれぞれ異なる曲率半径  $R_{w1}$ 、 $R_{w2}$ 、 $R_{w3}$  の軌道に沿って移動させて転動面

に超仕上げ加工を施すことができるので、転動面に異なる曲率半径  $Rw1$ ,  $Rw2$ ,  $Rw3$  の円弧からなる曲線 21, 22, 23 を形成することができる。

つまり、滑らかに曲率半径が変化するようなクラウニング量を有する転動体 4 を形成することができる。

#### 【0032】

図 8 に示すものは、円筒ころとして転動体 4 を備えた転がり軸受 31 であり、この転がり軸受 31 は、内輪 32 と外輪 33 との間に、複数の転動体 4 が周方向に配列されている。そして、この転動体 4 を内輪 32 と外輪 33 との間に備えた転がり軸受 31 によれば、広範囲の荷重に対して耐久性を有する長寿命化が可能な軸受とすることができる。

#### 【0033】

なお、超仕上げ加工を施す転動体としては、図 9 に示すように、転動面がストレート形状の転動体 4 を用いても良いが、図 10 に示すように、転動面の端部近傍に、予め円弧部 R を形成したものをを用いても良い。このように、円弧部 R を形成しておくことにより、両端部分における取りしろを小さくすることができ、これにより、所望の外形の転動体 4 の加工効率を大幅に向上させることができる。

#### 【0034】

また、超仕上げ加工前の転動体の形状は、ストレート部と円弧部 R とを持つクラウニング形状に限定されず、2 段、3 段の多段クラウニングや対数曲線で現されるクラウニング形状でも良い。これらの形状はまずスルーフィードセンタレス研削でストレート形状とした後に凹円弧状の砥石と凸円弧状の調整車を持つスルーフィードセンタレス研削盤で端部近傍の R 円弧状クラウニング形状をつけても良く、また、予め所望の形状に成形した砥石でインフィード研削することで任意の所望の形状としても良い。

#### 【0035】

ワークである転動体 4 は、まず、鍛造成形や旋削加工によって成形された後に熱処理が行われ、その後に平面及び外径を研削加工されることにより略円柱状に仕上げられている。その後、本発明に係る超仕上げ加工を施す場合と、研削後さらにバレル加工を実施した後に本発明に係る超仕上げ加工を施す場合がある。バレル加工を施すことにより、チャンファ部とのつなぎ部分の丸めや熱処理後機械加工されていないチャンファ部の表面性状の向上等を図れる利点がある反面、工程数の増加によるコストアップや、バレル加工が遊離砥粒による自由加工であることから生じる真円度の低下等が懸念されるため、バレル加工は実施する場合と実施しない場合とがある。

#### 【0036】

また、スルーフィードアングルによって場所毎の芯高角は異なるため、転動体 4 の近似円弧の曲率半径に応じた駆動ローラの凸状部の曲率半径を求めるには、その位置での芯高角を元に、駆動ローラ 2, 3 の径、転動体 4 の径の幾何学的関係から求める必要がある。

さらに、芯高角の変化が大きくならないように、凸状部 5a, 5b, 5c を中央付近の凸状部径が周辺部の凸状部径より小さくなるように形成した形状の駆動ローラ 2, 3 を選択するのが好ましい。

#### 【0037】

また、異なる曲率半径の凸状部 5a, 5b, 5c を駆動ローラ 2, 3 上に形成するときは、転動体 4 の送り方向に沿って、最初にクラウニング量を大きくする曲率半径の小さい凸状部 5a を形成し、その後は、曲率半径の大きい凸状部 5b, 5c を順に設けても良いが、これとは逆に、転動体 4 の送りが円滑に行える曲率半径の大きい凸状部 5c を形成し、その後は、曲率半径の小さい凸状部 5b, 5a を順に設けても良い。

なお、転動体 4 の転動面をクラウニング量が円滑に変化する形状とするための円弧の近似は、上記の 3 円弧によるものに限らず、2 つの円弧の近似でも、4 個以上の円弧の近似でも良い。

#### 【0038】

また、異なる曲率半径の凸状部は、一台の機械の 1 セットの駆動ローラに付ける例について述べたが、この超仕上げ装置を 2 連、または 3 連で使用する場合には、それぞれの装

置の駆動ローラの凸状部の曲率半径は同一でも、全体として異なる曲率半径の凸状部を持つ駆動ローラで加工することにより、同一の効果を得ることができる。

#### 【0039】

なお、上記実施形態では、駆動ローラに、接触部として曲率半径の異なる複数の凸状部を軸方向に設けたが、駆動ローラとしては、上記の例に限定されることはなく、軸方向に連続し且つ軸方向断面の輪郭を異にする複数の接触部を、互いに対向する位置に設けたものであればよく、接触部の軸方向断面の輪郭としては、例えば、単一曲率の円弧と当該円弧に連続する接線とを有する形状、あるいは曲率の異なる複数円弧が連続する形状なども適用可能である。

#### 【実施例】

#### 【0040】

##### (実施例1)

転動体4の転動面を、滑らかに曲率半径が変化するようなクラウニング量(落ち量)として、図11に示すような理想対数形状に加工する手順を示す。

まず、理想対数形状を円弧近似するとして、曲率半径 $Rw1=300\text{ mm}$ 、 $Rw2=1500\text{ mm}$ 、 $Rw3=4500\text{ mm}$ の3つの円弧が得られた。そこで、駆動ローラ2、3の凸状部5a、5b、5cのそれぞれの曲率半径を、芯高角、駆動ローラ2、3の径、転動体4の径から、転動体4の移動軌道が曲率半径 $Rw1=300\text{ mm}$ 、 $Rw2=1500\text{ mm}$ 、 $Rw3=4500\text{ mm}$ となるように求めると、 $Rr1=970\text{ mm}$ 、 $Rr2=4400\text{ mm}$ 、 $Rr3=13000\text{ mm}$ が得られた。

#### 【0041】

上記のような曲率半径 $Rr1=970\text{ mm}$ 、 $Rr2=4400\text{ mm}$ 、 $Rr3=13000\text{ mm}$ を有する凸状部5a、5b、5cが形成された駆動ローラ2、3を用いることにより、転動体4は、凸状部5a、5b、5c間を、それぞれ曲率半径 $Rw1=300\text{ mm}$ 、 $Rw2=1500\text{ mm}$ 、 $Rw3=4500\text{ mm}$ の移動軌道にて移動される。そして、超仕上げ砥石6によって転動面の超仕上げ加工を施した。

#### 【0042】

なお、上記の例では、転動体4の移動軌道が曲率半径 $Rw1=300\text{ mm}$ 、 $Rw2=1500\text{ mm}$ 、 $Rw3=4500\text{ mm}$ となるように、芯高角、駆動ローラ2、3の径、転動体4の径の幾何学的関係から求めると、駆動ローラ2、3の曲率半径は $Rr1=970\text{ mm}$ 、 $Rr2=4400\text{ mm}$ 、 $Rr3=13000\text{ mm}$ となり、転動体4の移動軌道の曲率半径の約3倍となっているが、異なる条件下では、駆動ローラの望ましい曲率半径は異なる値となる。

#### 【0043】

##### (実施例2)

上記の実施例1では、各近似円弧に対応した駆動ローラの凸状部が、それぞれ1箇所ずつ設けられた駆動ローラを用いた加工例を示したが、実際には各近似円弧での必要な除去量が異なり、大きい曲率半径での除去量を多くする必要がある。また、小さい曲率半径での加工は不安定になりやすいため、最後の仕上げ加工と最初の仕上げ加工を大きい曲率半径で加工するように凸状部を配置した駆動ローラで加工することが望ましい場合もある。

#### 【0044】

そこで、図12に示すように、凸状部の曲率半径が $Rr1=13000\text{ mm}$ 、 $Rr2=13000\text{ mm}$ 、 $Rr3=970\text{ mm}$ 、 $Rr4=4400\text{ mm}$ 、 $Rr5=4400\text{ mm}$ 、 $Rr6=13000\text{ mm}$ を有する6つの凸状部を有する駆動ローラ2、3を備えた超仕上げ加工装置によって転動体の超仕上げ加工を行った。

#### 【0045】

これにより、図13に示すように、3つの円弧で近似された理想対数形状に近い形状に転動面が超仕上げ加工された転動体が形成されることがわかった。しかも、各円弧間は滑らかに繋がった連続的なものであり、不連続性は認められなかった。

#### 【0046】

## (実施例 3)

転動体 4 の転動面を、クラウニング量として図 14 に示すような理想対数形状に加工する手順を示す。

まず、理想対数形状を円弧近似するとして、曲率半径  $Rw1 = 9000\text{ mm}$ ,  $Rw2 = 3400\text{ mm}$ ,  $Rw3 = 600\text{ mm}$  の 3 つの円弧が得られた。そこで、図 15 に示すように、転動体 4 の移動軌道が曲率半径  $Rw1 = 9000\text{ mm}$ ,  $Rw2 = 3400\text{ mm}$ ,  $Rw3 = 600\text{ mm}$  となるように 3 つの凸状部を設け、さらに、最後に大きな曲率半径での加工をして加工の安定化を図るべく移動軌道を曲率半径  $Rw4 = 9000\text{ mm}$  とする凸状部を設けた。

## 【0047】

転動体 4 の移動軌道が曲率半径  $Rw1 = 9000\text{ mm}$ ,  $Rw2 = 3400\text{ mm}$ ,  $Rw3 = 600\text{ mm}$ ,  $Rw4 = 9000\text{ mm}$  となるように、駆動ローラ 2, 3 の各凸状部の曲率半径を、芯高角、駆動ローラ 2, 3 の径、転動体 4 の径の幾何学的関係から求めると、 $Rr1 = 28000\text{ mm}$ ,  $Rr2 = 20000\text{ mm}$ ,  $Rr3 = 2600\text{ mm}$ ,  $Rr4 = 28000\text{ mm}$  となった。

## 【0048】

上記のような  $Rr1 = 28000\text{ mm}$ ,  $Rr2 = 20000\text{ mm}$ ,  $Rr3 = 2600\text{ mm}$ ,  $Rr4 = 28000\text{ mm}$  を有する複数の凸状部を形成した駆動ローラ 2, 3 を用いることにより、転動体 4 は、凸状部間を、それぞれ曲率半径  $Rw1 = 9000\text{ mm}$ ,  $Rw2 = 3400\text{ mm}$ ,  $Rw3 = 600\text{ mm}$ ,  $Rw4 = 9000\text{ mm}$  の移動軌道にて移動される。そして、超仕上げ砥石 6 によって転動面の超仕上げ加工を施した。

## 【0049】

## (実施例 4)

転動体 4 の転動面を、クラウニング量として図 16 に示すような理想対数形状に加工する手順を示す。

まず、理想対数形状を円弧近似するとして、曲率半径  $Rw1 = 4500\text{ mm}$ ,  $Rw2 = 2800\text{ mm}$ ,  $Rw3 = 400\text{ mm}$ ,  $Rw4 = 200\text{ mm}$ ,  $Rw5 = 800\text{ mm}$  の 5 つの円弧が得られた。そこで、図 17 に示すように、転動体 4 の移動軌道が曲率半径  $Rw1 = 4500\text{ mm}$ ,  $Rw2 = 2800\text{ mm}$ ,  $Rw3 = 400\text{ mm}$ ,  $Rw4 = 200\text{ mm}$ ,  $Rw5 = 800\text{ mm}$  となるように 5 つの凸状部を設け、さらに、最後に大きな曲率半径での加工をして加工の安定化を図るべく移動軌道を曲率半径  $Rw6 = 4500\text{ mm}$  とする凸状部を設けた。

## 【0050】

転動体 4 の移動軌道が曲率半径  $Rw1 = 4500\text{ mm}$ ,  $Rw2 = 2800\text{ mm}$ ,  $Rw3 = 400\text{ mm}$ ,  $Rw4 = 200\text{ mm}$ ,  $Rw5 = 800\text{ mm}$ ,  $Rw6 = 4500\text{ mm}$  となるように、駆動ローラ 2, 3 の各凸状部の曲率半径を、芯高角、駆動ローラ 2, 3 の径、転動体 4 の径の幾何学的関係から求めると、 $Rr1 = 35000\text{ mm}$ ,  $Rr2 = 15000\text{ mm}$ ,  $Rr3 = 1800\text{ mm}$ ,  $Rr4 = 900\text{ mm}$ ,  $Rr5 = 3800\text{ mm}$ ,  $Rr6 = 35000\text{ mm}$  となった。

## 【0051】

上記のような  $Rr1 = 35000\text{ mm}$ ,  $Rr2 = 15000\text{ mm}$ ,  $Rr3 = 1800\text{ mm}$ ,  $Rr4 = 900\text{ mm}$ ,  $Rr5 = 3800\text{ mm}$ ,  $Rr6 = 35000\text{ mm}$  を有する複数の凸状部を形成した駆動ローラ 2, 3 を用いることにより、転動体 4 は、凸状部間を、それぞれ曲率半径  $Rw1 = 4500\text{ mm}$ ,  $Rw2 = 2800\text{ mm}$ ,  $Rw3 = 400\text{ mm}$ ,  $Rw4 = 200\text{ mm}$ ,  $Rw5 = 800\text{ mm}$ ,  $Rw6 = 4500\text{ mm}$  の移動軌道にて移動される。そして、超仕上げ砥石 6 によって転動面の超仕上げ加工を施した。

## 【0052】

## (実施例 5)

ストレート形状の駆動ローラを用いてスルーフィードアングルを付けてセットしたとき、一般に知られているように、スルーフィードアングルにより 2 本のローラ間隔は中央で

最も狭く両端部で広くなる。このため、ワーク軌道の芯高は中央部で高く両端部で低くなる。つまり、ワーク軌道は中凸形状になっている。この状態で砥石を押し当てて加工すればワーク形状はストレートではなく中凸の軌道に沿った形状、つまり、中凸形状になる。この中凸形状よりも緩やかな中凸形状を得たいときは少し凹形状のローラを用いるか、または、スルーフィードアングルをより小さくすれば良い。ただし、スルーフィードアングルはワーク回転数や出来高にも影響するので特定のスルーフィードアングルに対して所望の形状を得たい場合は、ローラ形状は凸形状に限定されるわけではなく、ストレート形状や、少し中凹形状になる場合も含まれる。

#### 【0053】

ここで、接触部として凸形状とともに凹形状とされた駆動ローラを用いて、転動体4の転動面を、クラウニング量として図18に示すような理想対数形状に加工する手順を示す。

まず、理想対数形状を円弧近似するとして、曲率半径  $Rw1 = 3500\text{ mm}$ 、 $Rw2 = 40000\text{ mm}$  の2つの円弧が得られた。そこで、図19に示すように、転動体4の移動軌道が曲率半径  $Rw1 = 3500\text{ mm}$ 、 $Rw2 = 40000\text{ mm}$  となるように凸状部及び凹状部を設けた。

#### 【0054】

転動体4の移動軌道が曲率半径  $Rw1 = 3500\text{ mm}$ 、 $Rw2 = 40000\text{ mm}$  となるように、駆動ローラ2、3の凸状部及び凹状部の曲率半径を、芯高角、駆動ローラ2、3の径、転動体4の径の幾何学的関係から求めると、駆動ローラ2、3の凸状部における曲率半径は  $Rr1 = 20000\text{ mm}$  となり、凹状部における曲率半径は  $Rr2 = 90000\text{ mm}$  となった。

#### 【0055】

上記のような曲率半径  $Rr1 = 20000\text{ mm}$ 、 $Rr2 = 90000\text{ mm}$  を有する凸状部及び凹状部を形成した駆動ローラ2、3を用いることにより、転動体4は、凸状部及び凹状部間を、それぞれ曲率半径  $Rw1 = 3500\text{ mm}$ 、 $Rw2 = 40000\text{ mm}$  の移動軌道にて移動される。そして、超仕上げ砥石6によって転動面の超仕上げ加工を施した。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0056】

【図1】本発明の実施形態に係る超仕上げ加工装置の構成を説明する超仕上げ加工装置の断面図である。

【図2】超仕上げ加工装置による転動体の超仕上げ加工の方法を説明する駆動ローラの上上面図である。

【図3】超仕上げ加工装置による転動体の超仕上げ加工の方法を説明する図2におけるA-A断面図である。

【図4】図2におけるB-B断面図である。

【図5】図2におけるC-C断面図である。

【図6】超仕上げ加工が施された転動体を説明する転動体の側面図である。

【図7】転動体の転動面の曲線形状について説明するグラフ図である。

【図8】円筒ころからなる転動体を備えた転がり軸受を示す転がり軸受の断面図である。

【図9】超仕上げ加工を施す前の転動体を説明する転動体の側面図である。

【図10】超仕上げ加工を施す前の転動体を説明する転動体の側面図である。

【図11】実施例1、2における転動体の超仕上げ加工を施す転動体の曲線形状を決定するためのグラフ図である。

【図12】実施例2にて用いた駆動ローラの形状を説明する駆動ローラの側面図である。

【図13】実施例1、2にて超仕上げ加工が施された転動体の外形を示す線図である。

【図14】実施例3における転動体の超仕上げ加工を施す転動体の曲線形状を決定す

るためのグラフ図である。

【図 1 5】 実施例 3 にて用いた駆動ローラの形状を説明する駆動ローラの側面図である。

【図 1 6】 実施例 4 における転動体の超仕上げ加工を施す転動体の曲線形状を決定するためのグラフ図である。

【図 1 7】 実施例 4 にて用いた駆動ローラの形状を説明する駆動ローラの側面図である。

【図 1 8】 実施例 5 における転動体の超仕上げ加工を施す転動体の曲線形状を決定するためのグラフ図である。

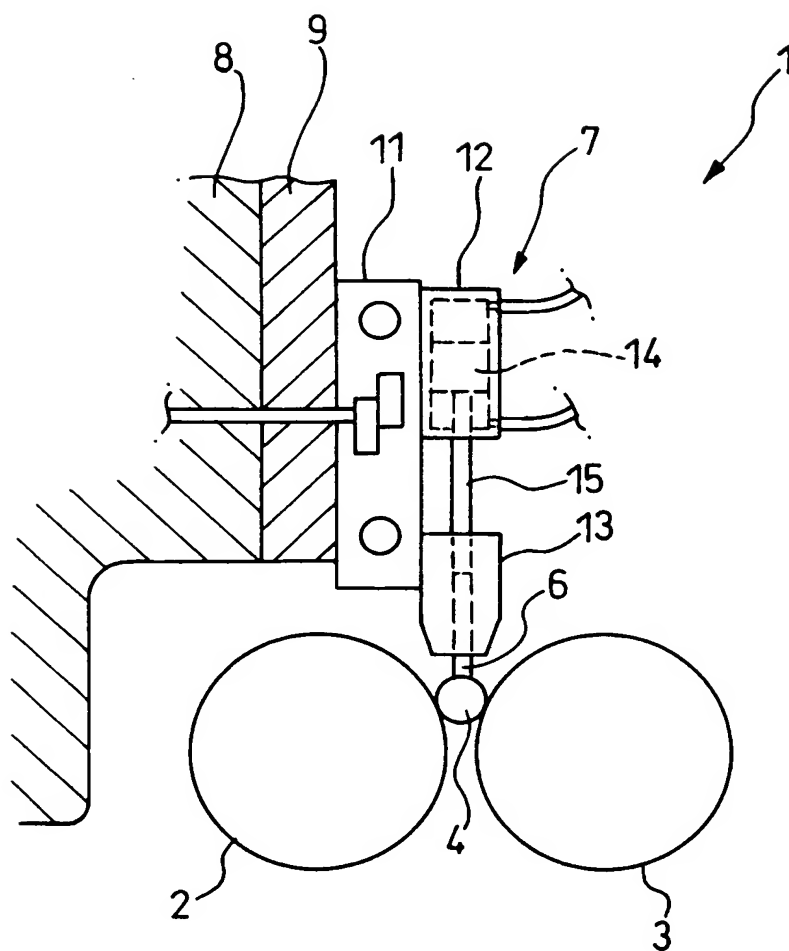
【図 1 9】 実施例 5 にて用いた駆動ローラの形状を説明する駆動ローラの側面図である。

【符号の説明】

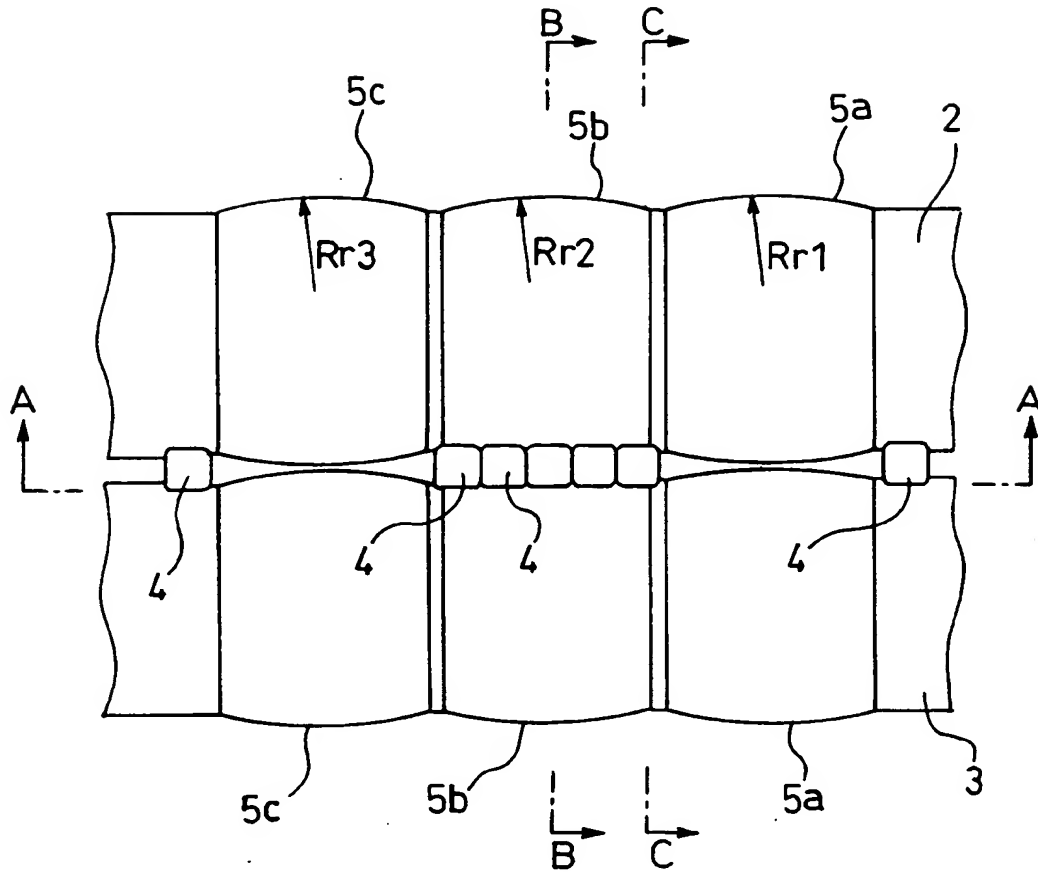
【 0 0 5 7 】

- 1 超仕上げ加工装置
- 2、3 駆動ローラ
- 4 転動体（被加工物）
- 5 a, 5 b, 5 c 凸状部（接触部）
- 6 超仕上げ砥石
- 2 0 曲線
- 3 1 転がり軸受
- 3 2 内輪
- 3 3 外輪

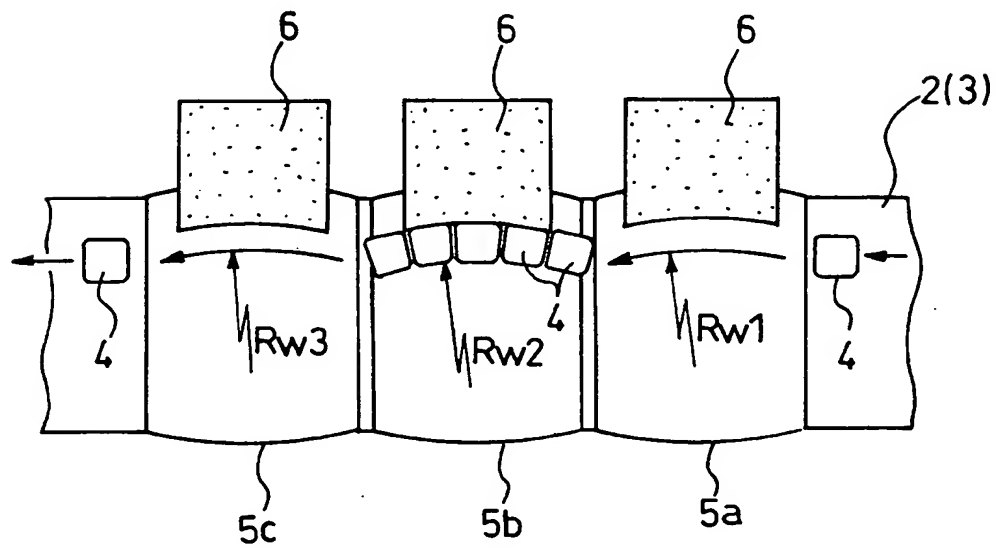
【書類名】 図面  
【図 1】



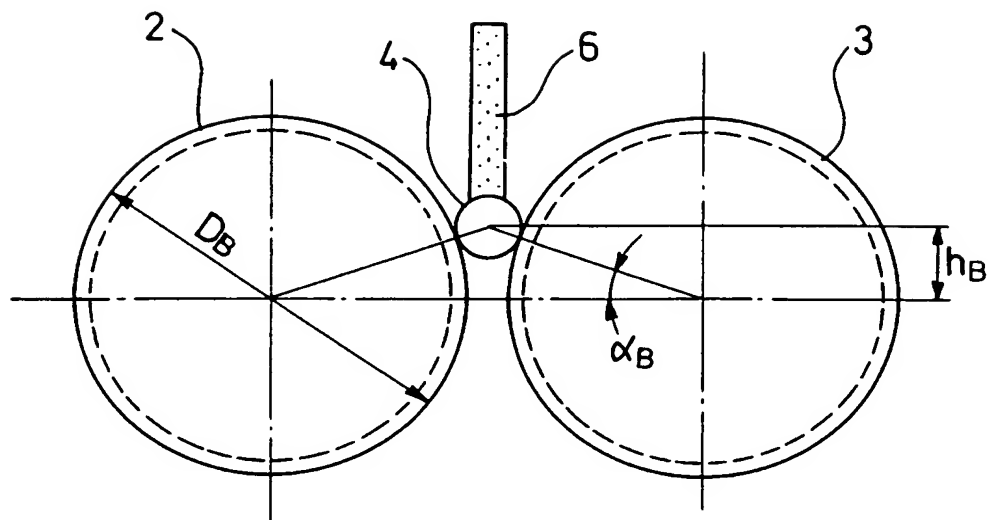
【図 2】



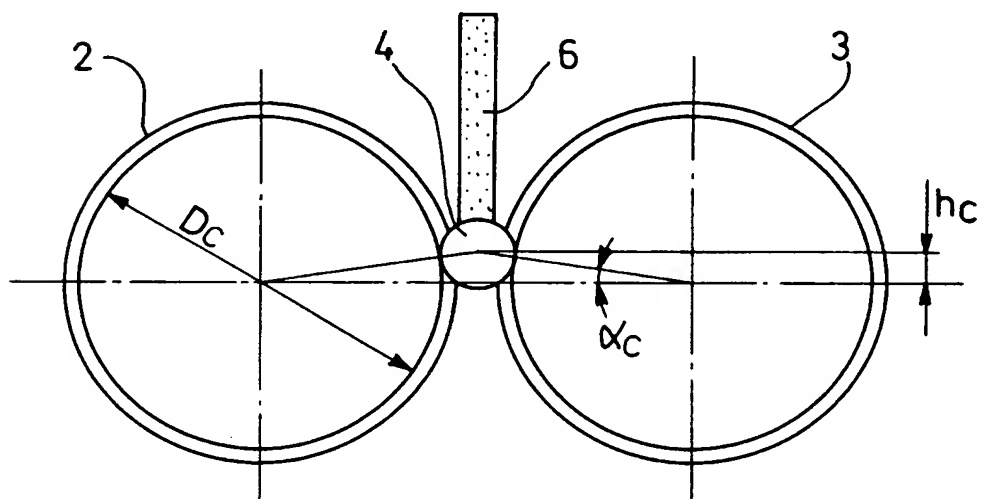
【図 3】



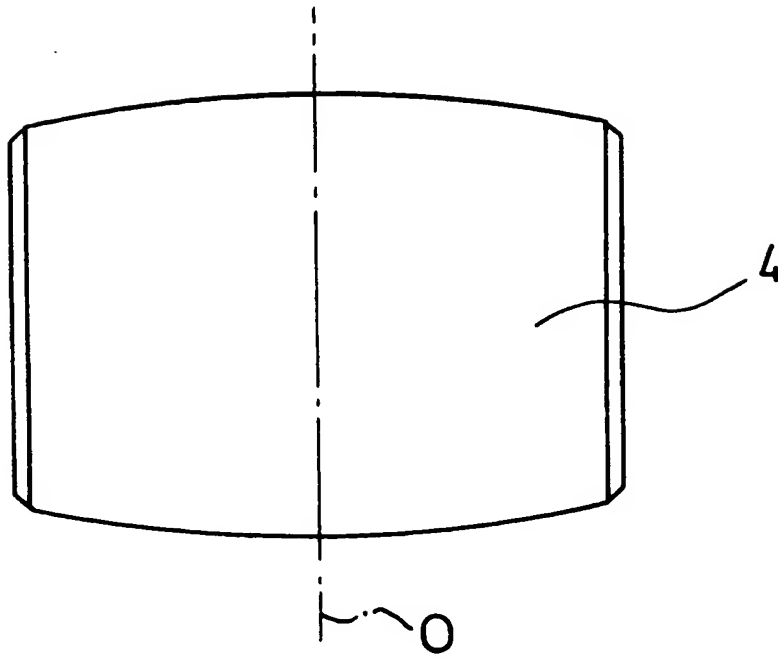
【図 4】



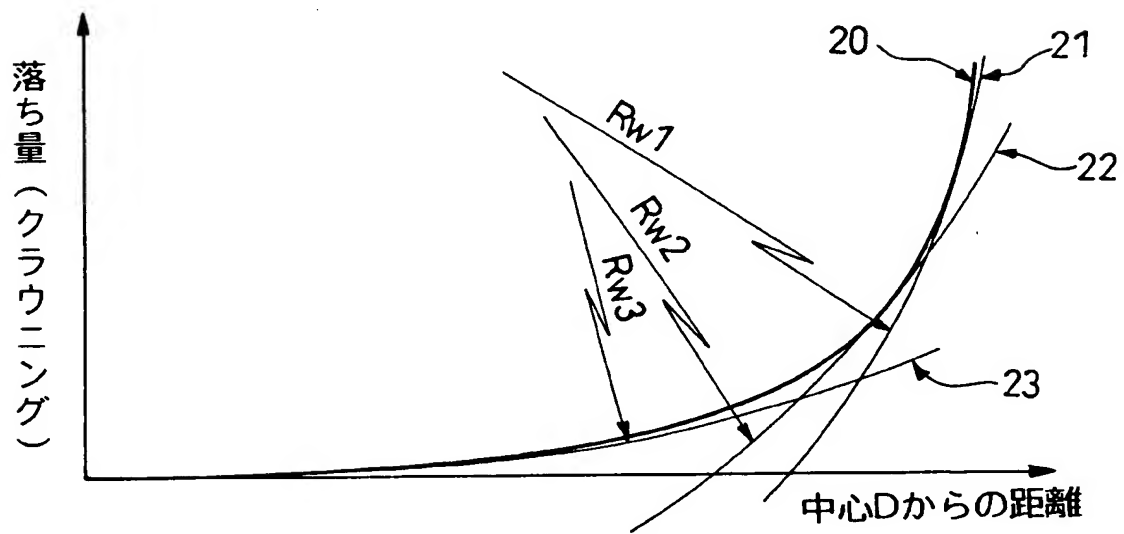
【図 5】



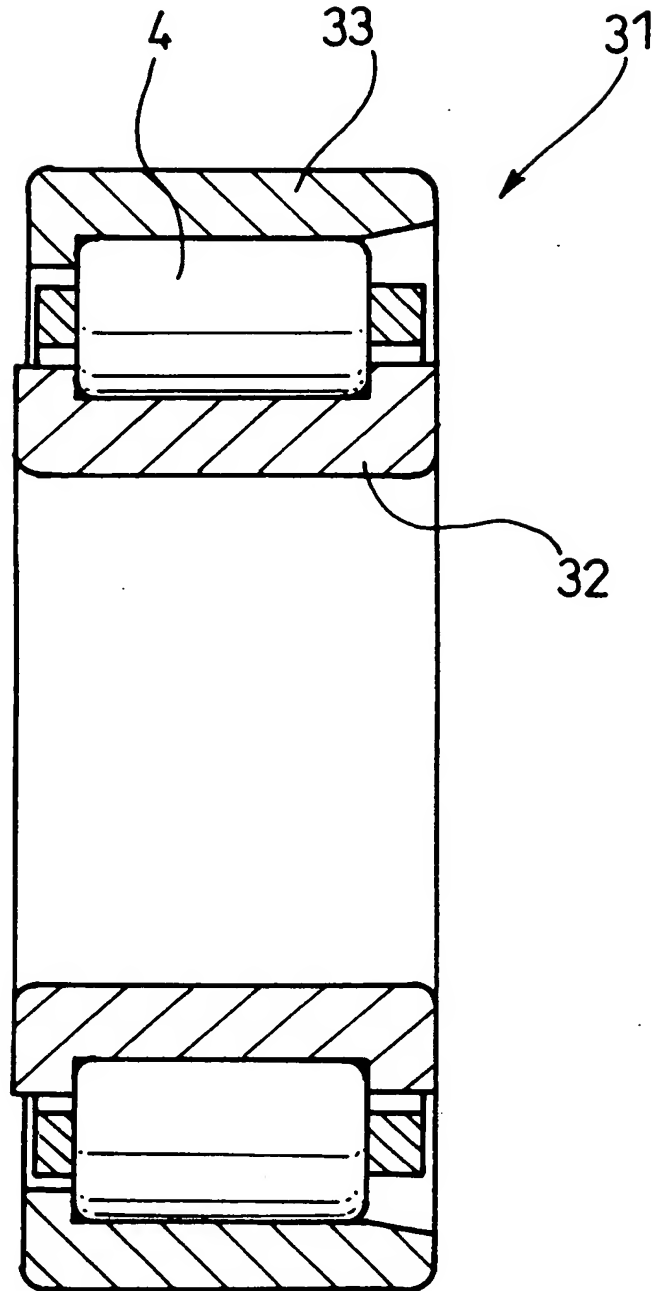
【図 6】



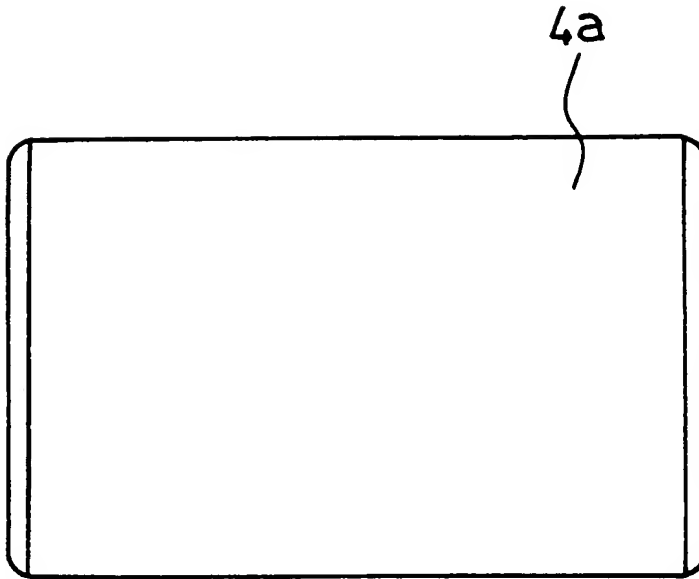
【図 7】



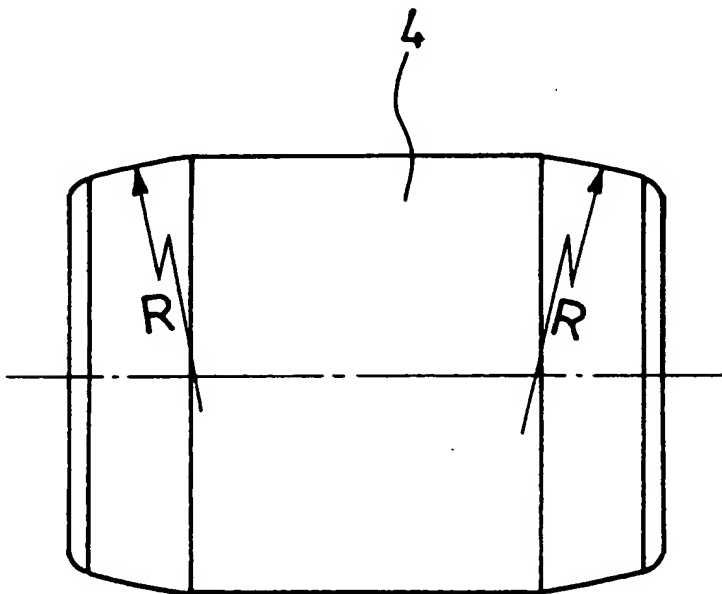
【図 8】



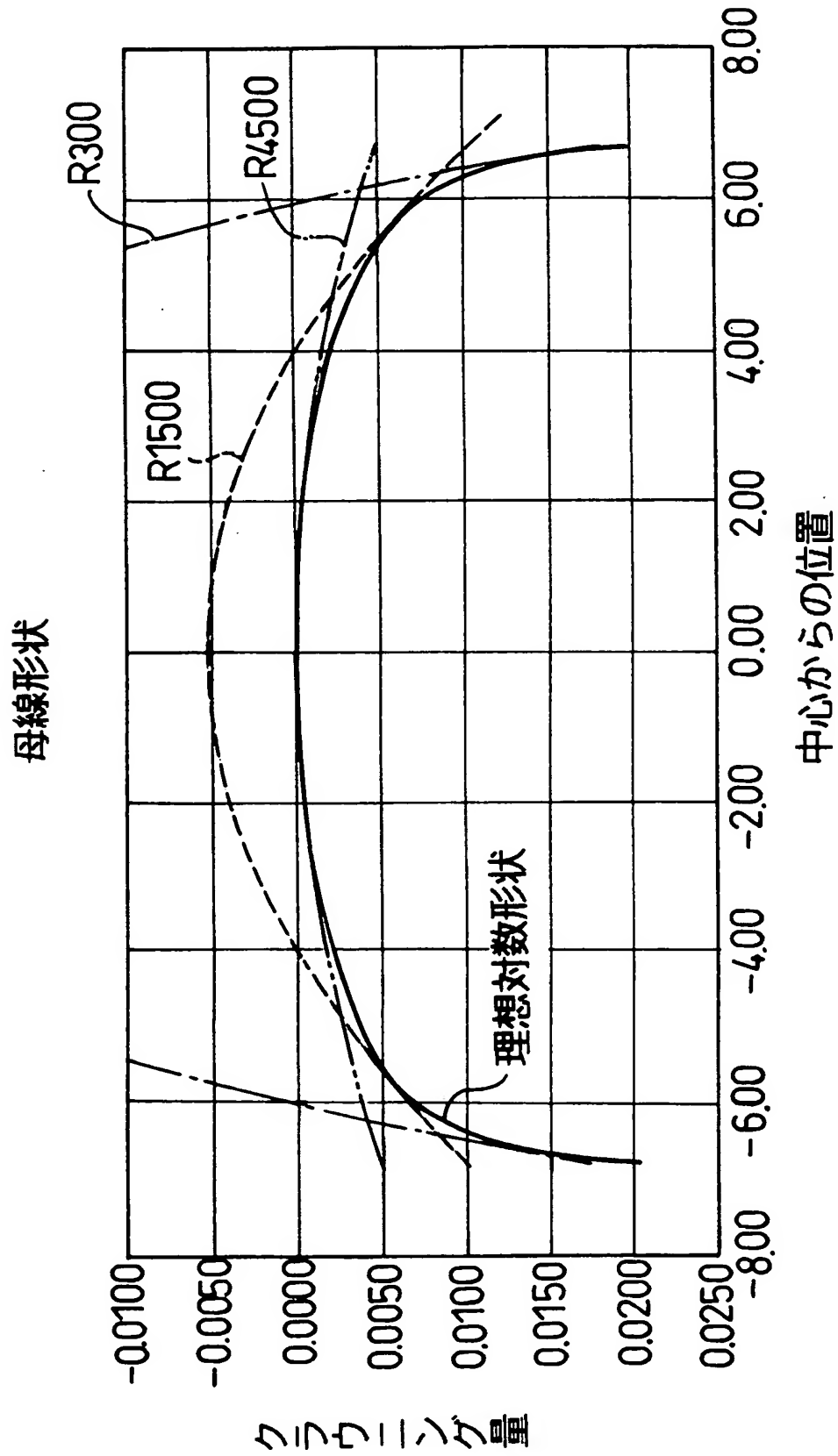
【図 9】



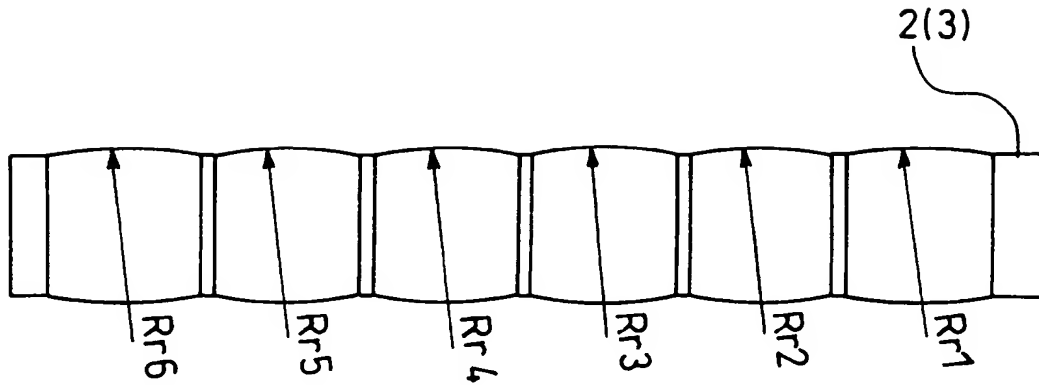
【図 10】



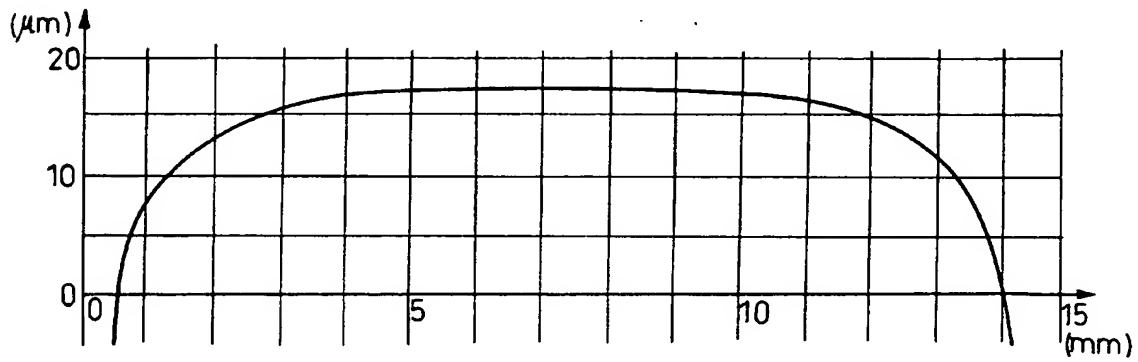
【図 11】



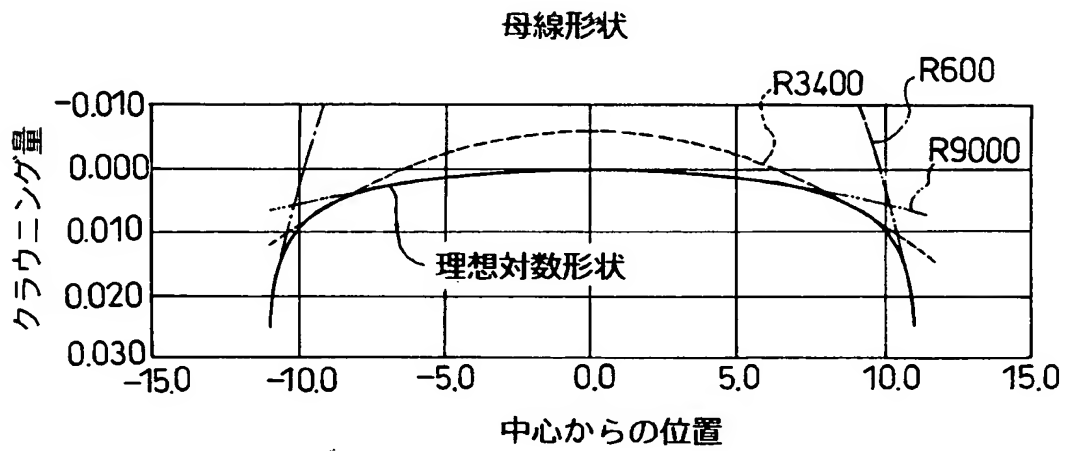
【図 1 2】



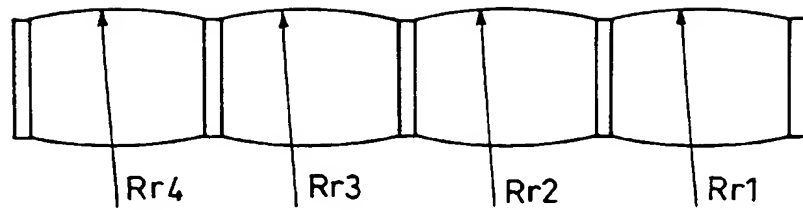
【図 1 3】



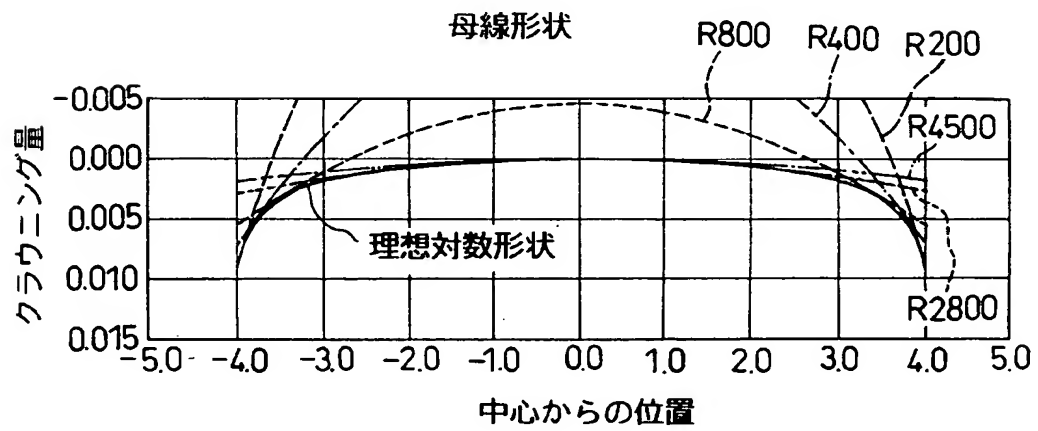
【図 1 4】



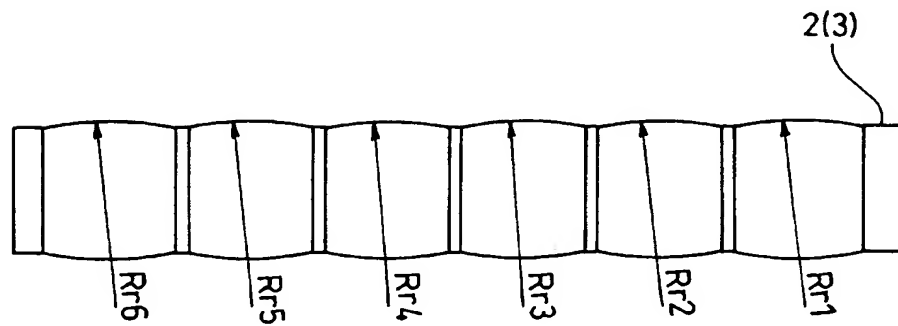
【図 15】



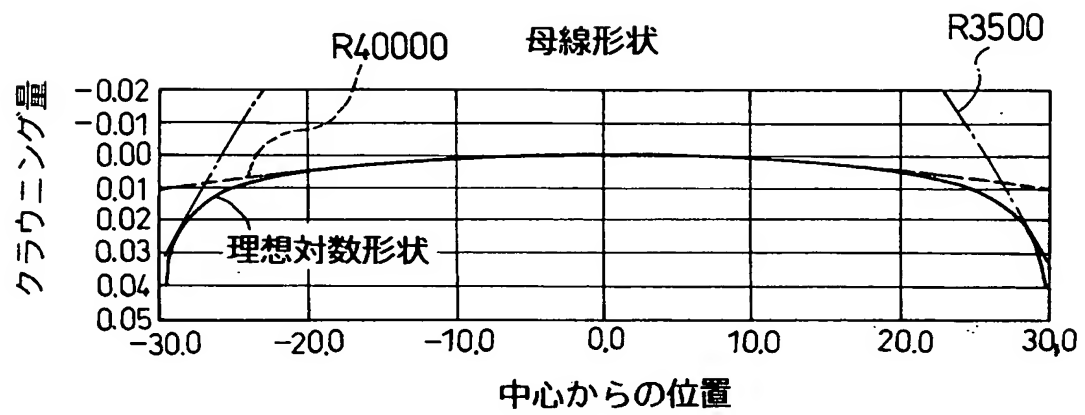
【図 16】



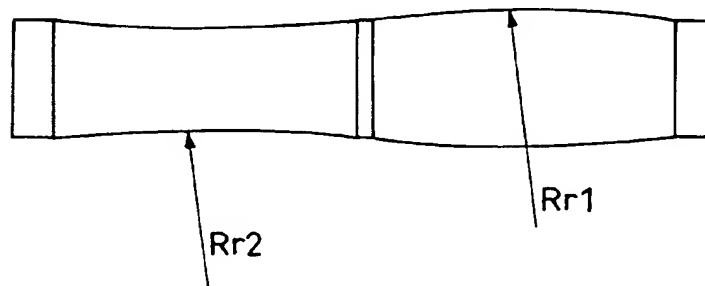
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 略円柱状の被加工物の外周面に、滑らかに曲率半径が変化するようなクラウニング量を有する曲線を形成する。

【解決手段】 同一方向に回転する駆動ローラ 2, 3 を互いに並列に配設する。駆動ローラ 2, 3 の互いに対向する位置に、それぞれ軸方向に沿って異なる曲率半径  $R_{r1}$ 、 $R_{r2}$ 、 $R_{r3}$  の複数の凸状部 5 a, 5 b, 5 c を形成し、駆動ローラ 2, 3 間に送り込まれて回転する転動体 4 を、軸方向に沿って異なる曲率半径  $R_{w1}$ 、 $R_{w2}$ 、 $R_{w3}$  の軌道で移動させる。異なる曲率半径の軌道で移動する転動体 4 の転動面に押し付けられて転動面を超仕上げ加工する超仕上げ砥石 6 を設ける。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 4 - 0 4 7 7 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 0 4 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

氏 名

日本精工株式会社